



UPPDRAGSNAMN  
Tunnel under järnväg - Holmen

UPPDRAGSNUMMER  
10281742

FÖRFATTARE  
WSP

DATUM  
2020-04-03

# TUNNEL UNDER JÄRNVÄG - HOLMEN

PM

Örebro 2020-04-03

WSP Sverige AB

**WSP Bro & Vattenbyggnad**  
700 08 Örebro  
Besök: Krontorpsgatan 1

T: +46 10 7225000  
WSP Sverige AB  
Org. nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
wsp.com

## SAMMANFATTNING

Området Holmen ska i framtiden få ändrad markanvändning mot idag. Bostäder, kontor och service ska ersätta industrier och godsterminal. För att öka tillgängligheten och minska barriäreffekter önskar Örebro Kommun att bygga bort den plankorsningen som idag ansluter området till Östra Bangatan. WSP har för kommunens räkning utrett en möjlig planskild järnvägsbro där bil- och GC-trafikanter passerar under.

Utifrån områdets geografi och förutsättningar i övrigt har övervägande kring placering av bron (tunneln) gjorts. Förkastade alternativ redovisas med syfte att visa på vald lösnings förtjänster i framtida arbete.

Möjliga produktionsmetoder och frågeställningar kring dessa beskrivs och redovisas. Oavsett anläggningsmetod kommer en tillfällig grundvattensänkning sannolikt att ske under byggtiden. Äldre bebyggelse i området kan komma att påverkas av en tillfällig grundvattensänkning, närmare utredning krävs.

Även tågtrafiken kommer påverkas under byggtiden varpå Trafikverket behöver involveras i planeringen.

Utbyggnaden i Holmenområdet behöver ske i etapper som inte hindrar byggnation av planskild passage.

I PM:ets sista del listas de frågor som behöver utredas mer ingående inför Holmens ändrade markanvändning.

## Innehåll

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>I</b>
<b>1. BAKGRUND</b>	<b>3</b>
<b>2. BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>3</b>
2.1 Järnväg	3
2.2 Vägar	3
2.3 Ledningar	4
2.3.1 Fjärrvärme/EI	4
2.3.2 VA	4
2.3.3 EI/Opto	5
2.4 Geoteknik	6
2.4.1 Underlag	6
2.4.2 Utförd undersökning	7
2.5 Hydrogeologi	7
2.6 Byggnader	7
<b>3. VALD UTFORMNING OCH PLACERING</b>	<b>8</b>
3.1 Övergripande förutsättningar för utformning	8
3.2 Gata	9
3.3 Bro och tråg	10
3.4 Förkastade alternativ	11
3.5 Övriga anläggningar	11
3.5.1 Avvattning	11
3.5.2 VA-ledningar	11
3.5.3 Bulleråtgärder	12
3.6 Produktionsmetoder	12
3.6.1 Alternativ A - Lansering	13
3.6.2 Alternativ B - Förbigångsspår	16
3.6.3 Alternativ C - Spårbygga	19
3.6.4 Utlåtande produktionsmetoder	20
<b>4. KOMMANDE HUSBEBYGGELSE</b>	<b>22</b>
<b>5. TIDER</b>	<b>23</b>
<b>6. KOSTNADER</b>	<b>23</b>
<b>7. FORTSATT ARBETE</b>	<b>23</b>
<b>8. BILAGOR</b>	<b>24</b>

## 1. BAKGRUND

På uppdrag av Örebro kommun utreder WSP utformning av planskild järnvägsbro (benämnd tunnel) som Kommunen önskar ersätta planpassage på Mannatorpsvägen med. Stadsdelen Holmen ska utvecklas och markanvändningen gå mot bostäder, kontor samt serviceverksamheter. Utredningen genomförs för att klargöra förutsättningar för en planskild korsning samt för att kunna genomföra detta i samklang med planprogrammet för området.

Tunneln är en viktig komponent i den nya huvudgata som ska gå genom Holmen och ansluta Östra Bangatan med Hedgatan. Passagen genom Holmenområdet utformas bakgrund av detta med ett körfält i vardera riktning, breddas för vänstersvängskörfält där det är relevant samt förses med gång och cykelbanor på vardera sidor av körbanan. I och med att tunneln kommer på plats kan de barriäreffekter som järnvägen medför i området minska för alla trafikslag.

I detta PM sammanfattas de konsekvenser som uppkommer av den planskilda korsningen. Trafikverket äger järnvägsfastigheten och det är därför Trafikverket som kommer att behöva driva en eventuell ändring i anläggningen.

## 2. BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

I detta kapitel beskrivs platsen för vald placering och vilka befintligheter som kan komma att sammanfalla med eller påverkas av den planskilda korsningen.

### 2.1 Järnväg

Idag korsas Mäljarbanans dubbelspår av Mannatorpsvägen i plan. Vägskydd i form av ljud, ljus och bommar finns på platsen. Både person- och godstrafik körs från Örebro på denna sträcka.

### 2.2 Vägar

Från Östra Bangatan går idag Mannatorpsvägen väster ut, se Figur 1. Det är tre körfält ut och två körfält in från plankorsningen. Även GC-trafikanter finns vid övergången.

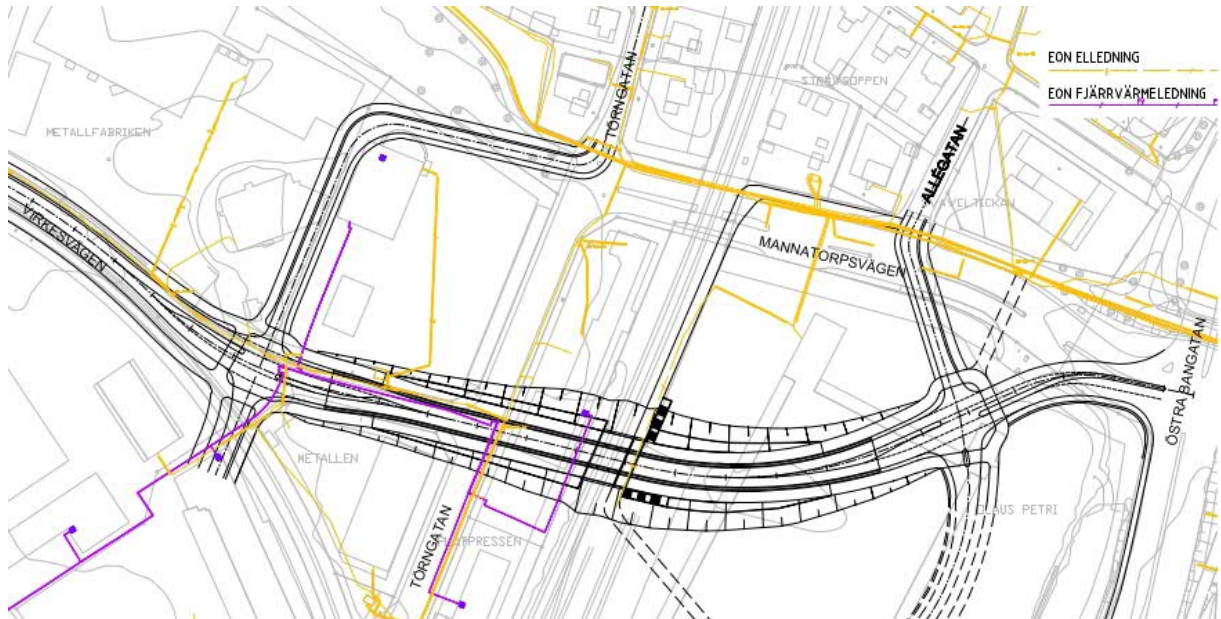


Figur 1 - Vy mot väst på Mannatorpsvägen

## 2.3 Ledningar

### 2.3.1 Fjärrvärme/EI

Det finns en fjärrvärmeledning som tillhör Eon vid tänkt anslutningspunkt mot befintlig korsning Virkesvägen – Törngatan. Ledningen har förgreningar in på fastigheterna mellan järnvägen och Törngatan samt fortsätter ca 80 meter på Virkesgatan. Dessutom har Eon el framdraget till fastigheterna i området. Se Figur 2 för planvy över aktuella ledningar.



Figur 2 – Eons ledningar ihop med föreslagen dragning av väg i plan, se även Bilaga 1

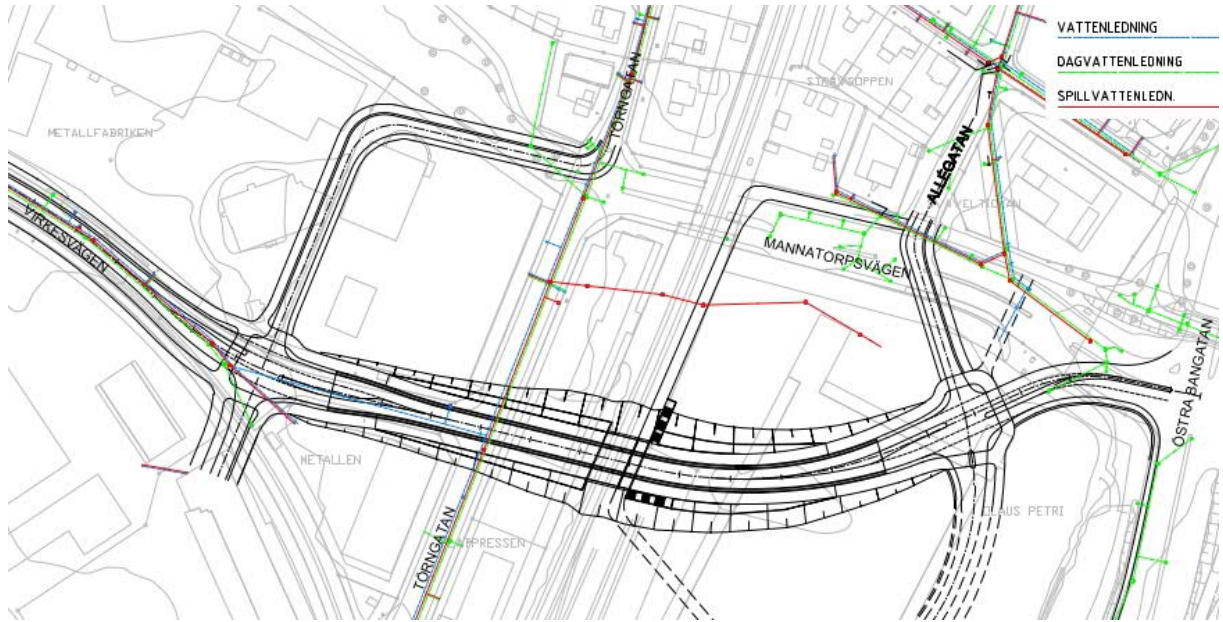
### 2.3.2 VA

Örebro kommun har vatten-, spill- och dagvattenledningar längs med hela Törngatan. Fastigheter mellan järnvägen och Törngatan har anslutningar till stråket. Stråket går vidare norrut och försörjer villaområdet längs med Törngatan. Under Virkesvägen går vattenledningen vidare mot nordväst och viker sedan av sydväst.

Vid korsningen Östra Bangatan – Mannatorpsvägen förekommer dagvattenledningar som kan komma att påverkas av förprojekterat förslag. Se Figur 3 för planvy över aktuella ledningar.

Dagvattenledningar i det berörda området leds idag mot Lillån. Ån mynnar ut i Rynningeviken. Påverkan på VA-ledningar och relevanta utredningar kopplat till dessa beskrivs i kapitel 3.5.



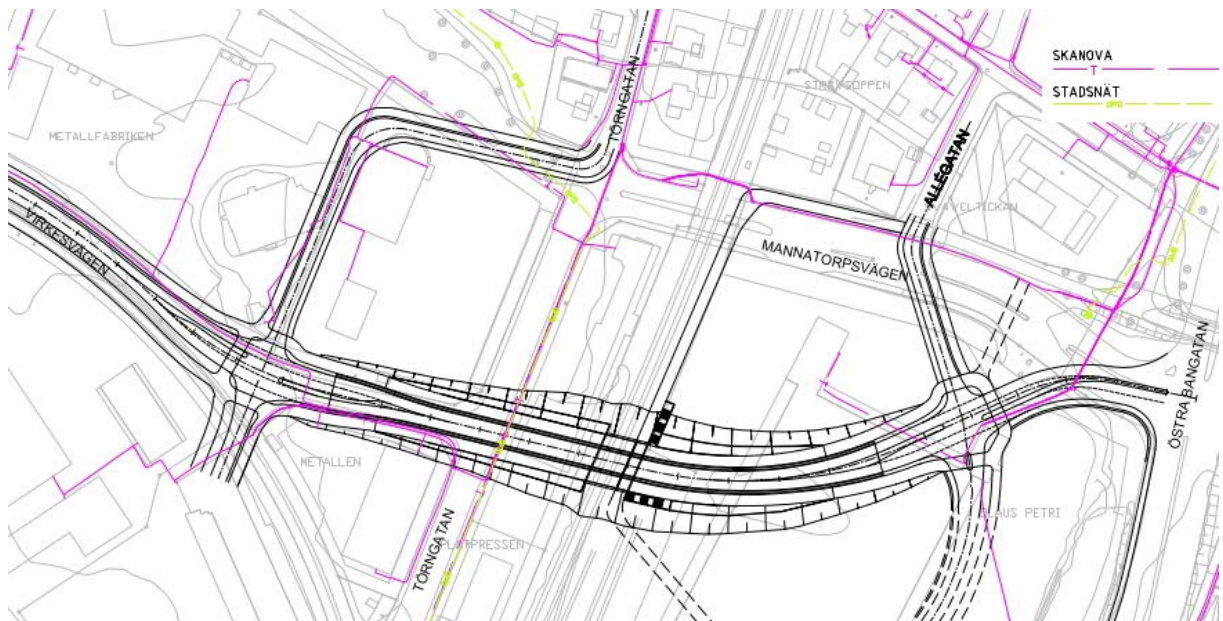


Figur 3 - VA-ledningar ihop med föreslagen dragning av väg i plan, se även Bilaga 1

### 2.3.3 El/Opto

Inom området som berörs av omdragning av vägen finns belysning och opto(fiber). Korsningen Östra Bangatan – Mannatorpsvägen har belysning och kablar för detta ägs av Skanova.

Vid tänkt anslutning korsning Virkesvägen – Törngatan förekommer belysning samt Stadsnäts fiberkablar. Fibern går i stråk genom området som påverkan av kommande grundläggning. Dessutom är även dessa gator belysta och försörjs således av elkablar som är belägna under mark. Se Figur 4 för planvy över aktuella ledningar.



Figur 4 - Fiber Stadsnät och Skanovas ledningar ihop med föreslagen dragning av väg i plan, se även Bilaga 1

## 2.4 Geoteknik

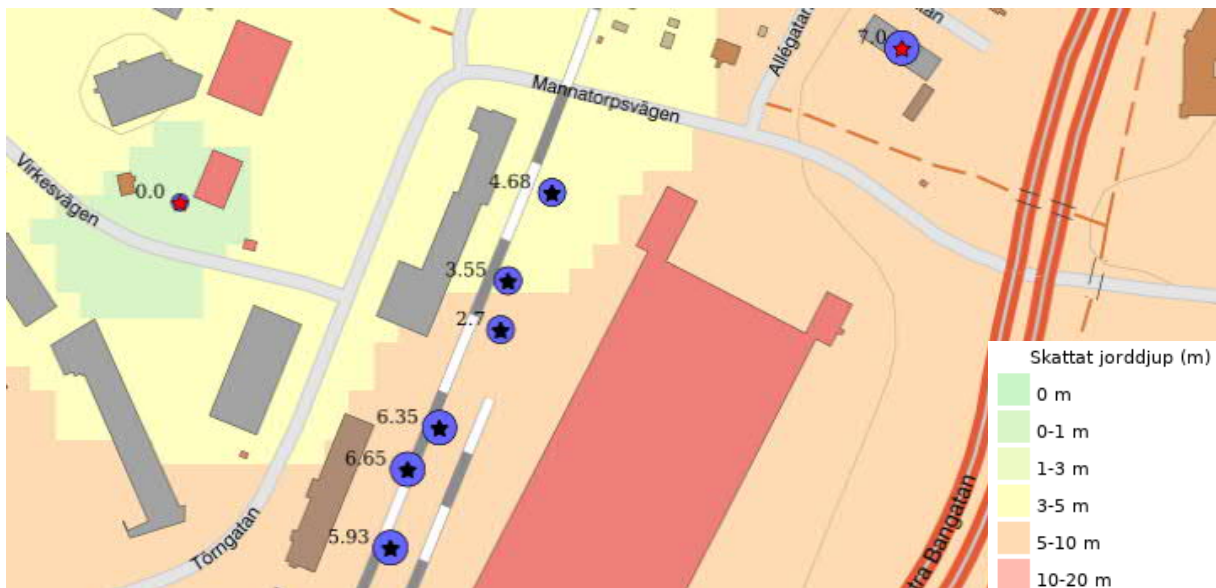
### 2.4.1 Underlag

SGUs Jordartskarta visar att marken inom området mestadels utgörs av lera. På östra sidan av området, under Östra bangatan ligger åsen som rör sig genom centrala Örebro, denna består mestadels av sand och grus. På västra sidan av området finns ett parti med ytnära berg. Se Figur 5 för illustration.



Figur 5: Urklipp från SGUs kartvisare för jordart. Urklipp taget 2020-02-22.

SGUs Jorddjupskarta visar att jorddjupet förväntas vara mellan 10-20 meter (orange) på östra sidan av området och runt 3-5 meter (gult) på västra sidan, se Figur 6. I kartbilden syns även tidigare borrhning samt en energibrunn till nordöst. De svarta stjärnorna är utförda med bormetoder som ej har påträffat berg.



Figur 6: Urklipp från SGUs kartvisare för jorddjup. Urklipp taget 2020-02-22.

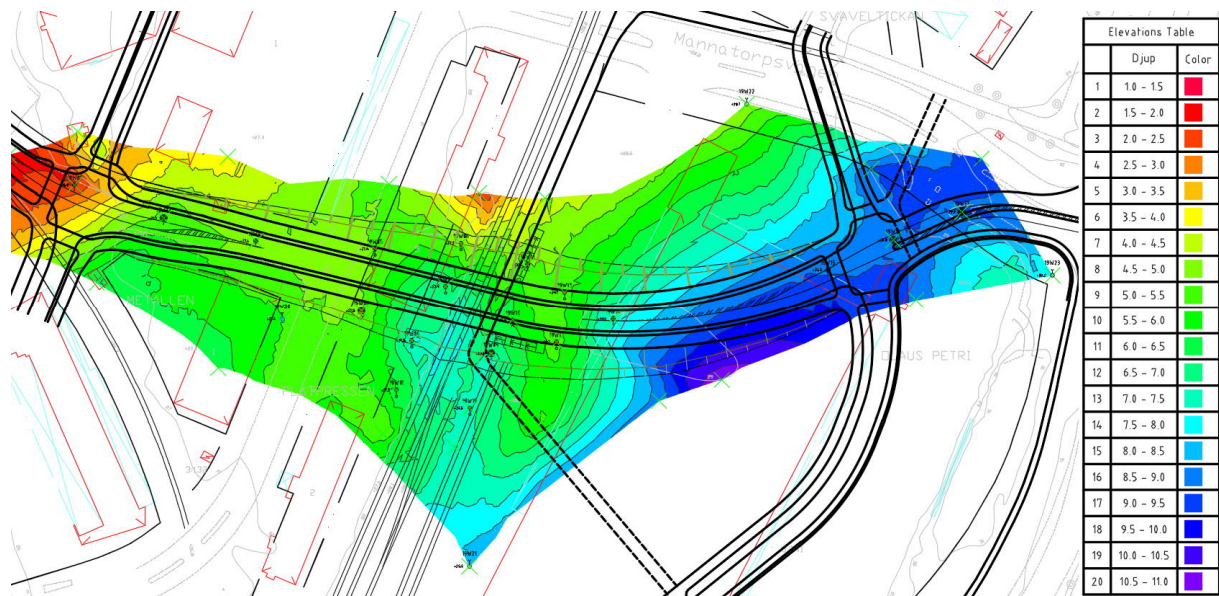


## 2.4.2 Utförd undersökning

WSP Sverige AB har utfört en geoteknisk undersökning på platsen som styrker SGUs underlag, se Bilaga 2 för mer information. Jorddjupet har bestämts med jordbergsondering av typen Jb2 där bergytan tolkats till mellan 5 och 8 meters djup motsvarande nivå +20 till +23 närmast järnvägen. Jorddjupet ökar mot öst till 10 meters djup och minskar mot väst till 2 meters djup, se Figur 7 nedan.

Leran inom området har en odränerad skjuvhållfasthet på 11 till 14 kPa och en mäktighet upp till 4 meter intill spåret där översta metern är torrskorpelera. Friktionsjorden under leran består enligt skruvprover av siltig sand eller sandigt grus med mäktigheterna 0,6 - 2,6 meter närmast spår, 1,2 – 3,3 meter på västra sidan och upp till 9 meter på östra sidan där utkanten av åsen ligger.

För mer detaljerat information om utförd geoteknisk undersökning, se Bilaga 2



Figur 7: Jorddjupsanalys baserat på utförd borring.

## 2.5 Hydrogeologi

Fyra grundvattenrör har installerats i området, i punkterna 19W20, 21, 22 och 23. I samtliga rör har grundvattennivån legat på ca +26.0 motsvarande 1,2 meter under markytan väst om järnvägen och upp till 4,8 m under markytan vid Östra Bangatan. Se Bilaga 2.

I god tid innan byggnation måste sakkunnig geohydrolog kopplas in för att utreda omgivningspåverkan inför planerad byggnation då denna kommer ske under grundvattennivån.

Som ett underlag för denna utredning uppdateras Bilaga 2 med grundvattenmätningar till och med februari 2021. Anledningen till detta är att erhålla information om grundvattennivåns naturliga fluktuationsmönster som underlag till bedömning av omgivningspåverkan.

## 2.6 Byggnader

Det är mycket troligt att en tillfällig grundvattensänkning kommer ske under tiden den planskilda korsningen anläggs. Hur lång tid som här anses vara tillfälligt har ej utretts i detta skede. Den lerjord



som är förekommande i området kan orsaka stora sättningar om grundvattnet sänks varpå befintliga byggnader utan pålad grundläggning kan få omfattande sättningsskador. Även skador på ledningar, gator och övriga markytor kan föreligga. Åtgärder för att minimera problematiken och minimera omfattning behöver utredas vidare och beaktas av kommunen i vidare arbete med planering för Holmenområdet.

### 3. VALD UTFORMNING OCH PLACERING

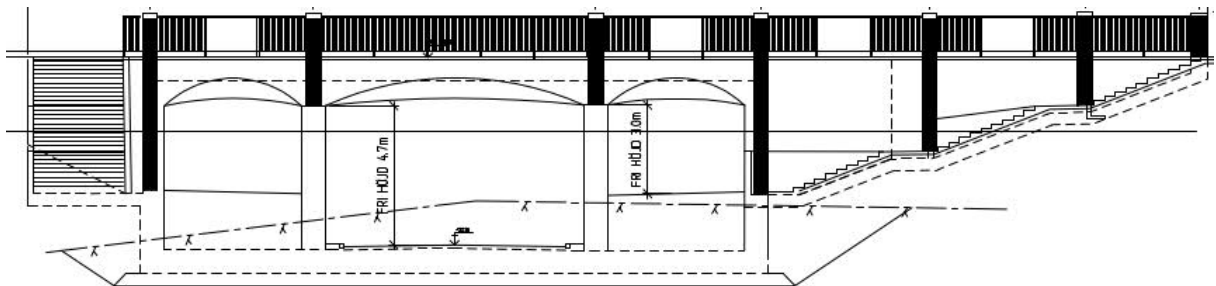
I detta kapitel beskrivs grundläggande förutsättningar för utformning och vald placering för den planskilda passagen. Vidare beskrivs förkastade alternativ avseende vald plats för anläggningen. Kapitlet innehåller även en kortare beskrivning av tillkommande anläggningar i och med ändrad markanvändning samt omhändertagande av dagvatten. Slutligen beskrivs möjliga produktionsmetoder.

#### 3.1 Övergripande förutsättningar för utformning

Vägen som ska under järnvägsbron består av två körfält med GC-bana på båda sidor. GC-banorna är nivåskiljda från körbanorna. Vägen förläggs sedan i tråg för att inte påverka grundvattennivån permanent. Bronkonstruktionen är utformad så som sluten plattram och påverkar således inte heller grundvattennivån permanent. Figur 8 visar brons tvärsnitt vid lägsta punkten.

Plats för passage under järnvägen har valts med bakgrunden att inte passera ytterligare ett järnvägsspår söderut (förestt med stoppbock), se Figur 9. Samtidigt undviks en allt för brant väglutning vid en mer nordlig placering.

Utifrån geotekniken ligger brons nuvarande projekterade placering mest gynnsamt då den är i en bergsvacka. Borrning strax norrut och söderut visar ett reducerat jorddjup. Endast om bron flyttas över 110 meter söderut kan förutsättningarna bli bättre då installerat grundvattenrör i närhet av spåren borrats ner i friktionsjord 8,2 meter under markytan.



Figur 8 - Tvärsnitt vid bron med bergnivå

Förutsättningarna för vägdragning har varit att ansluta mot befintlig mark så snabbt som möjligt och samtidigt få till en trafiksäker miljö. Figur 9 visar en planskiss över föreslagen vägsträckning.

Östra anslutningspunkten (korsning Allégatan (+28,50)) ligger högre än anslutningen mot Virkesvägen i väst (+26,90m). Utformningen har därför mestadels handlat om att anpassa lågpunkten under kommande järnvägsbro till Östra Bangatans nuvarande nivå på (+30,80).

För att ta sikt och trafiksäkerhet i beaktan har det varit önskvärt att avsluta den lutande anslutningen ett stycke innan själva korsningen och istället ha denna anslutning i nivå med befintlig korsning.

Därutöver möjliggör denna utformning större möjlig exploateringsyta mellan kommande kvartersgata (fortsättning på Allégatan) och Östra Bangatan.

## 3.2 Gata

Vägen som ska under järnvägsbron består av två körfält med GC-bana på båda sidor. Detta ger en bredd på ca 19,5 m under bron. GC-banorna ska vara höjdsilda från biltrafiken. Höjdskillnaden är som högst ca 1,75 m.

Vägens förprojektering har gjorts utifrån Krav för Vägar och Gators utformning 2015, (VGU 2015) vid vertikalradier samt Teknisk handbok för Örebro kommun.

Vald dimensionerande hastighet i VGU är 40km/h, och "Önskvärd minsta radie". Det ger dessa förutsättningar:

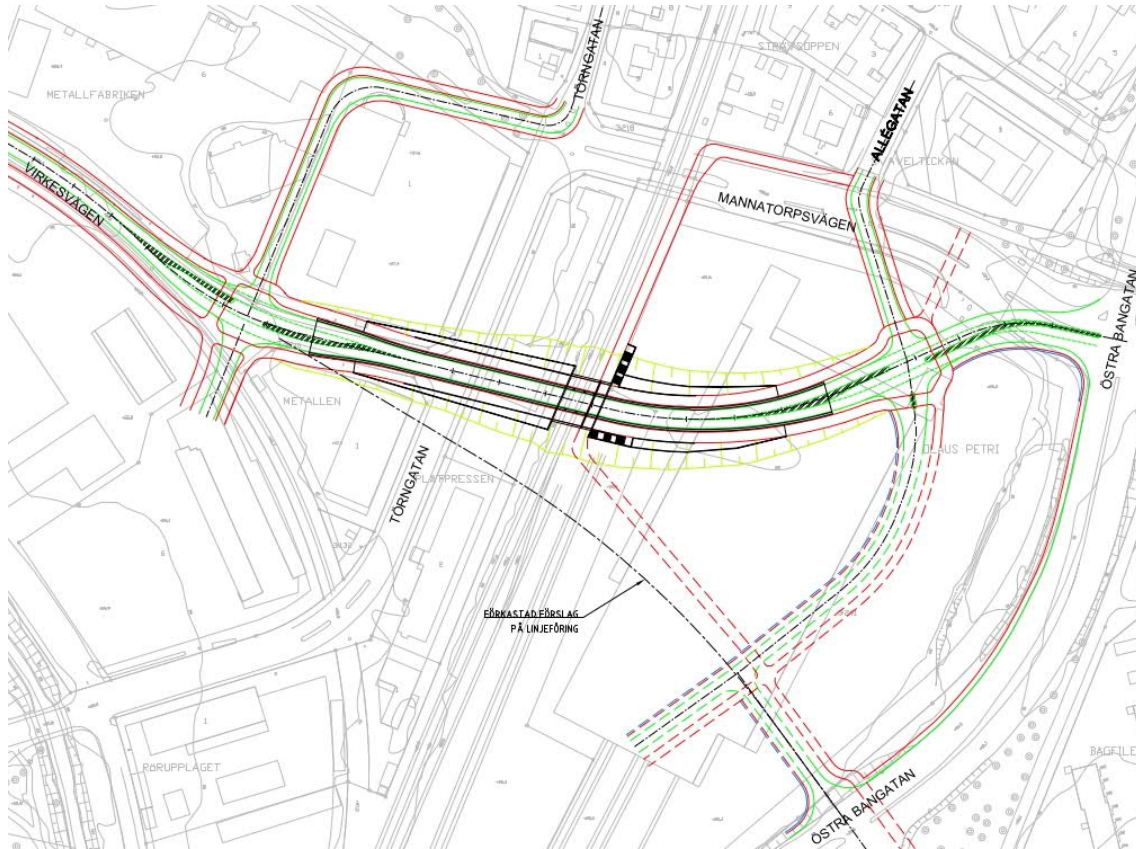
Konvex vertikalradie: 600 m

Konkav vertikalradie: 600 m

Projekterad min-max längslutning är 0,8 respektive 6%.

Projekterad min-max längslutning för GC-banorna är 0,8 respektive 4%.

Föreslagen dragning visar i Figur 9. Vägsträckningen under järnvägen ansluter mot nya vägar som är förlängningar av befintliga gator från bostadsområdet norrut. De nya korsningspunkterna väster (anslutning Törngatan - Virkesvägen) och öster (anslutning Allégatan) om järnvägsbron utformas med vänstersvängskörfält om ca 20 m långa. Refuger för signalstyrda korsningar har ritats in om ca två meters bredd. Detta är även tilltaget för att få plats med väntytor för oskyddade trafikanter som korsar körbanorna. Korsningarna är utformade efter körspår med Boggiebuss (BB) i södergående riktning och sopbil (Los) i norrätgående riktningar. I anslutning mot Östra bangatan har ett körfält utgått i båda riktningar mot dagens trafiklösning. Streckade delar i Figur 9 samt bilagor ses som ett förslag på linjeföring av gata.



Figur 9 - Föreslagen vägdragningsplan

### 3.3 Bro och tråg

Då delar av brokonstruktionen med anslutande väg förläggs under grundvattennivån behöver utformningen vara så som sluten plattram med sammankopplat tråg. Av samma anledning behöver konstruktionen anläggas i spontgrop och länsvatten behöver pumpas under byggtiden. Sannolikt behöver spontkonstruktionen tätas med jetinjektering eller snarlikt metod. Läs mer i geoteknikkapitlet.

Bron utformas med spännvidder på 5,5 + 9,5 + 5,5 meter. Tråg och brokonstruktion sträcker sig totalt 96(öst)+106(väst) meter i plan. Höjdskillnaden mellan GC-banor och körbana tas ut med hjälp av stödmurar. Vid själva tunneln breddas muren och pelare placeras ovanpå för att minska tunnelkänsla och göra den mer öppen. Utanför tunneln arbetas det också med stödmurar för att få en bra terrassnivå och låta det vara så öppet som möjligt. I dessa nivåer kan man med fördel lägga växtlighet och planteringar för att skapa ett trivsamt och trevligt intryck runt om och för att ta bort branta slänter och höga murar.

Själva tunnelmynningen utformas med radier för att skapa ett mjukt intryck. Vid tunnelmynningen används reliefer för att ge ett mer levande intryck än en stor betongkant. Se bilaga 4 för skisser på bronns utformning.

## 3.4 Förkastade alternativ

Tidigare alternativ som undersökts var ett mer sydligt läge för järnvägspassagen och med anslutning av vägsträckan mot Östra Bangatan - Hovstavägen, se Figur 9.

Detta alternativ innebar att tre järnvägsspår skulle korsas men en initial bedömning angående längre bergnivåer gjorde gällande att det ändå kunde vara en fördelaktig placering. Efter geotekniska undersökningar visade det sig att berget låg grundare än förutsatt och att placeringen därmed inte hade tillräckligt många förtjänster för att gå vidare med. Brokonstruktionen blir större än nödvändigt och berguttaget blir inte mindre.

Ännu en aspekt med detta tidiga alternativ är trafiksäkerheten för bil- och GC-trafik. Avståndet från järnvägen till Östra Bangatan är kortare än hos föreslagen lösning och därför finns inte tillräcklig sträcka för att få till en bra och trafiksäker vertikalgeometri i anslutning till korsningar.

Det finns även en önskan inom projektet att få plats med en korsning mellan järnvägen och Östra Bangatan som binder samman bostadsområdet Hagaby och Terminaltomten, en förlängning av Allégatan, vilket ansågs inte vara möjligt med detta alternativ.

Med detta konstaterat kunde föreslagen placering utredas mer ingående. Brokonstruktionen minskar i storlek eftersom enbart två spår korsas. Väggeometrin förbättras då korsningar kan hamna i plan med befintliga väganlutningar innan anslutning Östra Bangatan.

## 3.5 Övriga anläggningar

### 3.5.1 Avvattning

I samband med att bron färdigställs behöver en pumpstation anläggas för att hantera dagvattenflöden som annars kommer ansamlas i lågpunkten under bron.

Den totala ytan som genererar dagvatten är ca 8400 m<sup>2</sup> varav hårdgjord yta är ca 5200 m<sup>2</sup> och grönytor ca 3200 m<sup>2</sup>. Dimensionerande flöde vid ett 100-årsregn blir då 274 l/s.

För att minska effekten vid pumpning samt minska störningar vid eventuella driftstopp föreslås tre pumpar med frekvensstyrning. Från pumpstationen pumpas sedan dagvattnet vidare via en tryckledning till ett fördröjningsmagasin med en volym på 190 m<sup>3</sup>. I detta skede har vi antagit att fördröjningsmagasinet kan ligga inom en radie av 150 m. Det går således flytta fördröjningsmagasinet längre och närmare från pumpstationen om behov av detta skulle föreligga.

Fördröjningsmagasinet kan utformas som en öppen dagvattenlösning i form av ett breddat dike (blå i Figur 10) eller som ett underjordiskt magasin under marknivå (grön i Figur 10). Vidare VA-projektering krävs för att kartlägga flöden, pumpstationens utformning och exakta position och ledningsdragning.

### 3.5.2 VA-ledningar

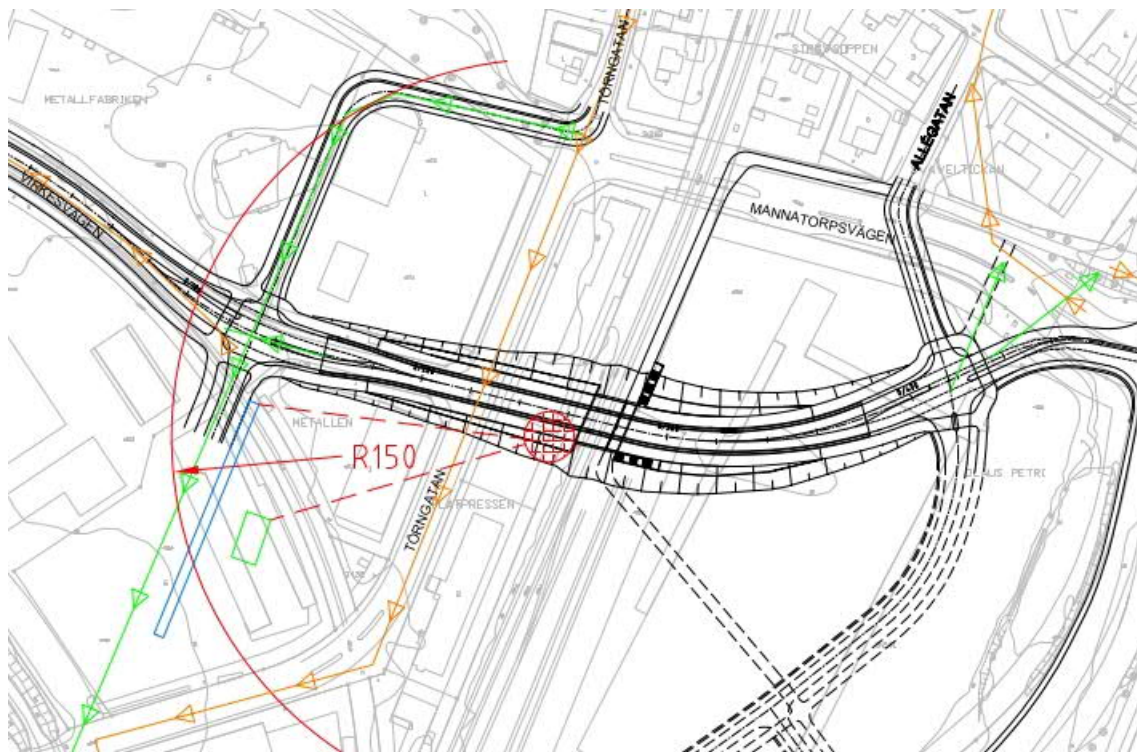
VA-ledningar (spill, vatten och dagvatten) bör i samband med ombyggnation av övriga anslutande vägar anläggas på nytt. På västra sidan går idag VA-ledningar i Törngatan från bostadsområdet i norr och kan anläggas efter ny sträckning av Törngatan, se Figur 10. I korsningen Törngatan –



Virkesvägen kan även dagvattnet kopplas på till befintliga VA-ledningar som ligger i Virkesvägen idag och går i västlig riktning.

På östra sidan om järnvägen kan dagvattnet ansluta mot befintliga VA-ledningar som går från Mannatorpsvägen norr ut mot Allégatan. Det finns även möjlighet att koppla på dagvattnet på befintliga dagvattenledningar som börjar i GC-bana utmed Mannatorpsvägen och fortsätter öster mot Dalbygatan.

I detta skede bedöms inte dagvattenflöden påverka befintliga ledningar då de nya vägarna är försumbara gentemot befintliga vägar, vilka flödena är dimensionerade mot idag. Vidare utredning krävs för att kartlägga flöden och undersökningar över befintliga ledningars skick bör göras.



Figur 10 - Pumpstation med avstånd till magasin. Se även Bilaga.7

### 3.5.3 Bulleråtgärder

Då markens användning ändras kommer andra krav på bullerskydd från järnvägen. Plats för bullerplank och eventuell bullervall kommer krävas. Plank bör även övervägas som avskärmning mot järnvägsspåren.

## 3.6 Produktionsmetoder

Utförandemässigt har tre alternativ identifierats. Alla tre gör det möjligt att ha fortsatt trafik på Mäljarbanan under byggtiden med undantag för kortare perioder. Säkerhetsavståndet, området närmast en trafikerad järnväg som ingen får vistas inom, är 2,2 m från närmsta räl. Detta är det minsta avståndet som måste vara fritt även under byggtiden.

För att göra plats för bron och delvis tråget krävs losshållning av ca 3 m berg i läge för brons slutliga läge. Viss försiktighet med hänsyn till befintlig järnvägsanläggning krävs.

Brokonstruktionen kommer att grundläggas på avjämningsbädd av krossat material på berg. Tråget på vardera sida om bron kommer att grundläggas på berg eller friktionsjord efter att all lera schaktats bort. Schakt i förekommande friktionsjord kan utföras med schaktslänt 1:1,5 och i förekommande lera 1:3.

### **Alternativ A – Lansering**

Bron byggs inom tät spontgrop vid sidan om spåren och flyttas sedan på plats med domkrafter under ett kortare tågstopp.

### **Alternativ B – Förbigångsspår**

Provisoriskt förbigångsspår anordnas på östra sidan om järnvägen.

### **Alternativ C – Spårbrygga**

Spårbrygga anläggs i spåren och bron byggs inom tät spontgrop i sitt slutliga läge under spåret

Samtliga alternativ beskrivs utifrån förutsättningen att ledningar, kablar etc är flyttade samt att utredning kring grundvattenhantering är utförd. Utredning kring placering av byggvägar är ej genomförd i detta skede.

#### **3.6.1 Alternativ A - Lansering**

Lansering av bron går ut på att bygga bron vid sidan av trafikerade spår och sedan flytta in den färdiga konstruktionen under en period av avstängt spår.

#### **Produktionsmoment**

1. Anordnande av tät spontgrop vid sidan av spår
2. Byggnation av brokonstruktion i spontgrop och förberedande arbeten för att korta tid i spår
3. Anordnande av tät spont kring brons slutläge (delvis avstängt spår)
4. Rivning järnväg (avstängt spår)
5. Anpassning mot spontgrop (avstängt spår)
6. Lansering av bro (avstängt spår)
7. Återställning järnväg (avstängt spår)
8. Inkoppling

#### **Förberedande Arbeten**

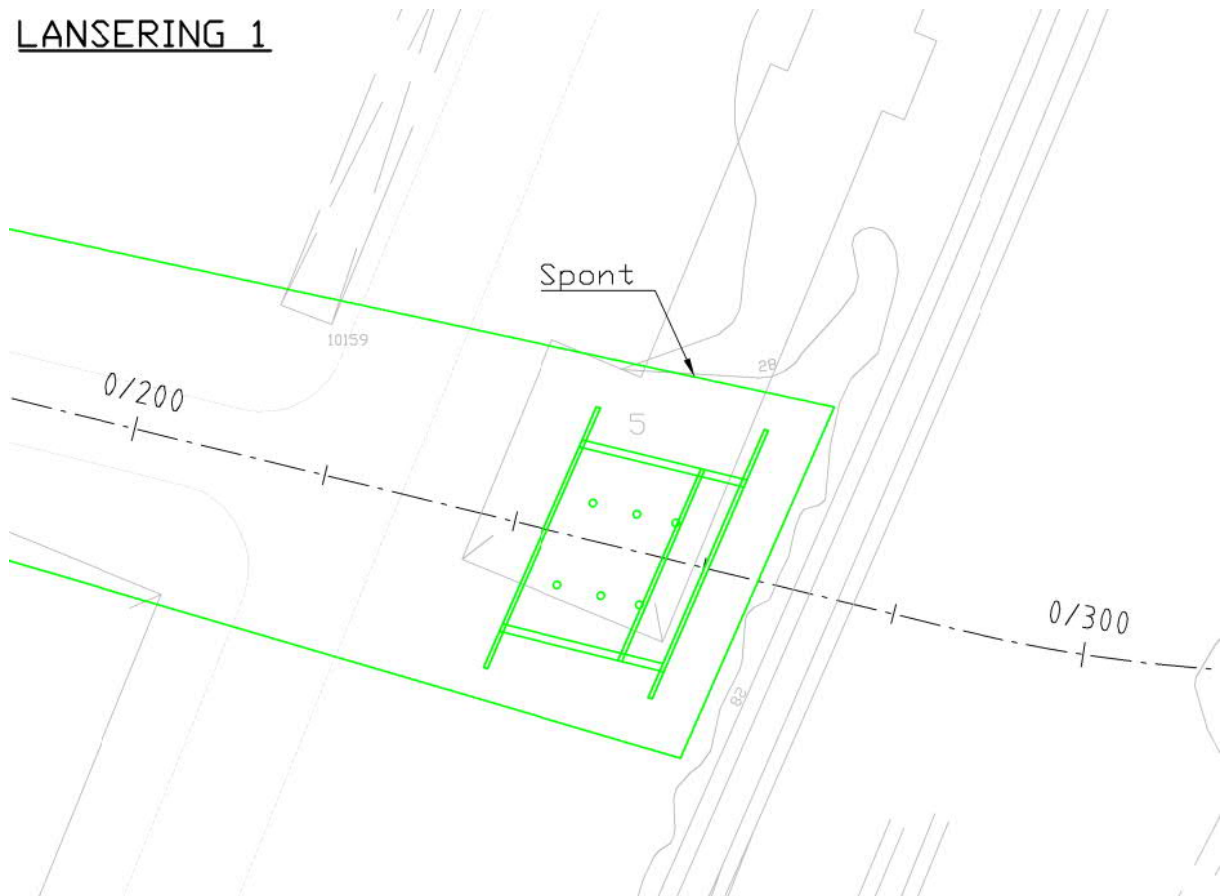
Skeendet illustreras i Figur 11.

På grund av grundvattenståndet krävs tät spontgrop på den plats man avser bygga bron. Den bör anordnas på en tillräckligt stor yta för bron, lämpligt utrymme för kran eller truck, container samt övrigt material.

Sluten plattramsbron byggs i sin helhet vid sidan av spåret. Detta innebär formning armering, gjutning och kan med syfte att minska tiden i spår även inkludera montering av räcken, tätskikt för väg, kabelrännor, kontaktledningsstolpar mm.

Då betongarbeten är färdigställda är det även lämpligt att förbereda spårbyggnation i spann vid sidan om driftsatt spår. Mobilkran kan sedan nyttjas för lyft av spårspann då bron är på plats och bädd iordninggjord.

## LANSERING 1



Figur 11 - Illustration i plan av brokonstruktion uppbyggd vid sidan om Mälarbanan

### **Arbeten under avstängt spår**

Dubbelspårsavstängning läggs in på Mälarbanan.

Bedömd tid: Någon eller några veckor

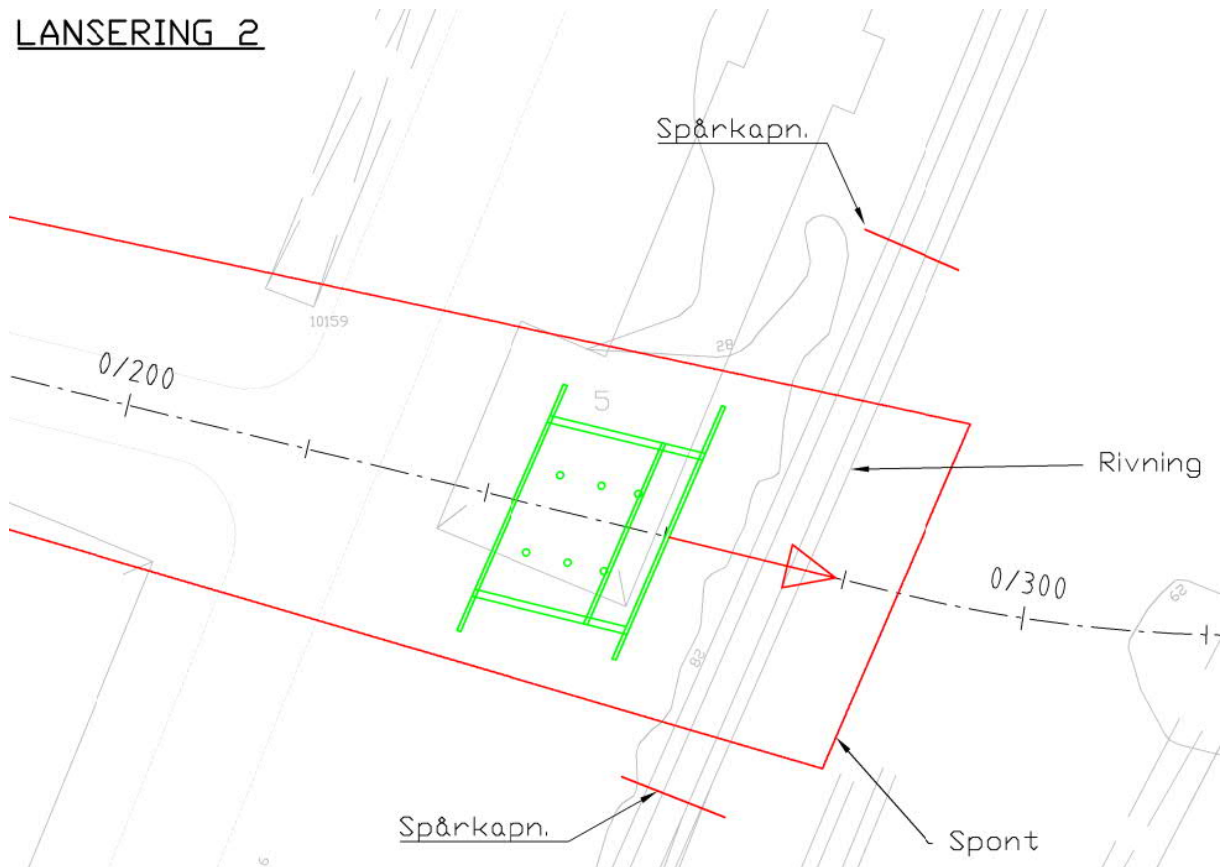
Skeendet illustreras i Figur 12.

Räl kapas, avbefästs och forslas bort, kontaktledning tas ned och rullas upp på trumma, kablar bryts (detaljprojektering krävs), slipers lyfts bort och makadam samt banunderbyggnad schaktas bort.

Losshållning utförs och jetinjektering sker för att skapa en tät skärm vid broläget. Anslutning mot spontgrop vid sidan av spåret anordnas. Pumpning kan behöva ske i större omfattning än vid tidigare moment.

När broläget är färdigställt placeras lanseringsbalkar längs med bronns förflyttningsbana och bron lyfts och förs på plats med hjälp av domkrafter.

## LANSERING 2



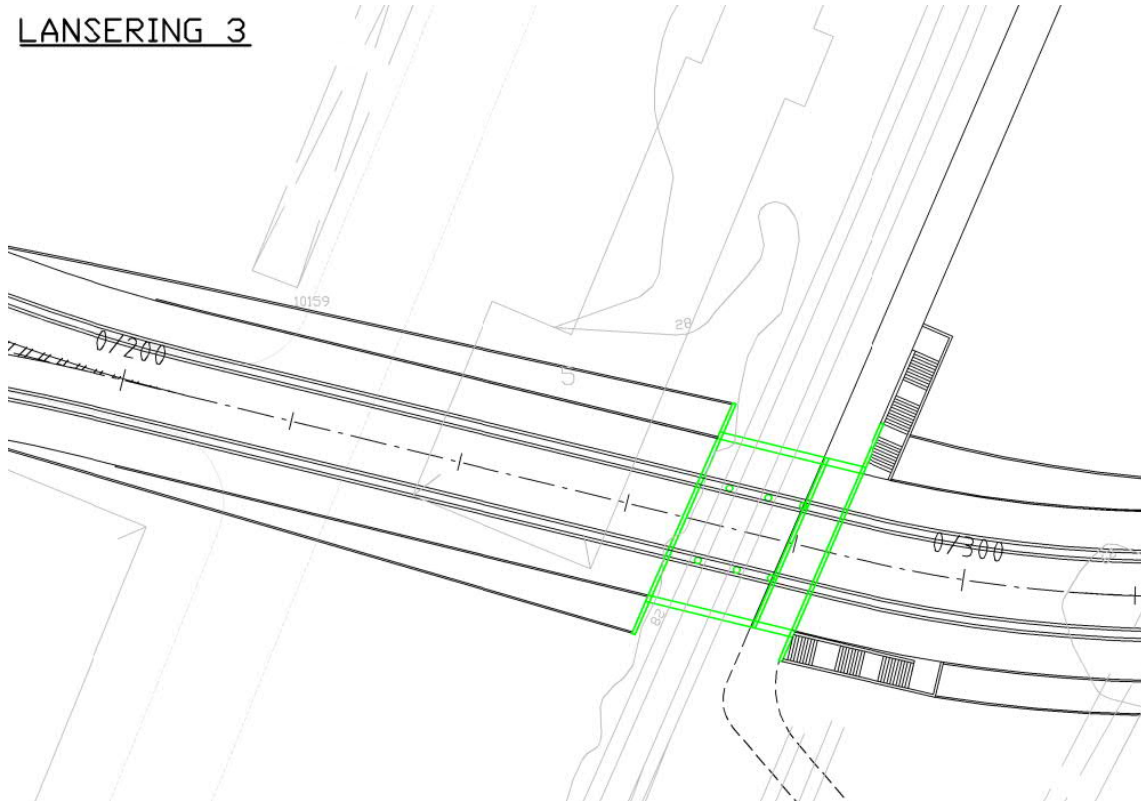
Figur 12 – Illustration av lanseringsskedet i plan.

Återställning av banvall och utläggning av makadam och spårspänn. Därefter kan El-, signal-, och teleanläggning (EST), rännor mm kopplas ihop.

Figur 13 visar lanserad bro i sitt slutliga läge.



## LANSERING 3



Figur 13 - Illustration av ny bron på plats i plan

### **Inkoppling och trafikpåsläpp**

Då trafiken på järnvägen släpps på behöver hastigheten reduceras på grund av att stabiliteten i banvallen behöver ett visst antal ton som passerar innan man kan anta fullgod stabilitet efter ingrepp. Ett antal tågsett behöver alltså passera med reducerad hastighet innan full hastighet kan släppas på.

### **3.6.2 Alternativ B - Förbigångsspår**

Vill man undvika förflyttning av bron kan det istället vara aktuellt att anlägga tillfälliga spår runt läget för nya tunneln.

#### **Produktionsmoment**

1. Anordnade av provisoriska växlar och övrig BEST-anläggning (Bana-, El-, Signal- och Tele) (Avstängt spår)
2. Inkoppling provisorium
3. Rivning BEST
4. Anordnande av spontgrop
5. Losshållning broläge
6. Byggnation av brokonstruktion i spontgrop
7. Brofyll och återställning
8. Återställning BEST Mälarbanan (Avstängt spår)
9. Inkoppling ordinarie järnväg
10. Rivning av provisoriska BEST-objekt och spår

## Arbeten som sker under kortare avstängningar

Bedömd tid i spår: Ett antal hela nätter eller sammanhängande helger på olika spår, delvis inne på centralstationen

Bedömd tid för myndighetsprocess: 1-3 år

För att passa in spåren mot befintlig järnvägsanläggning behövs det stora ingrepp i signal-, spår- och kontaktledningsanläggningen. Exempelvis behöver provisoriska växlar anordnas i bågge ändrar och av förbigångsspåret. Detta kräver i sin tur omfattande signalgrepp och Godkännandeprocess som både Trafikverket och Transportstyrelsen behöver ta ställning till. En Godkännandeprocess mäts i år och ska påbörjas mycket tidigt i ett projekt, helst innan systemhandlingskedet.

Förutom växlar behöver en sträcka nytt spår och kontaktledning anläggas. Sannolikt måste även alla EST-kablar (El-, Signal- och Tele) i ränna dras om tillfälligt då detta möjliggör bryt av all ordinarie anläggning i läget för ny bro. Detaljprojektering behöver ske. En översiktlig illustration då förbigångsspåret är anlagt visas i Figur 14.

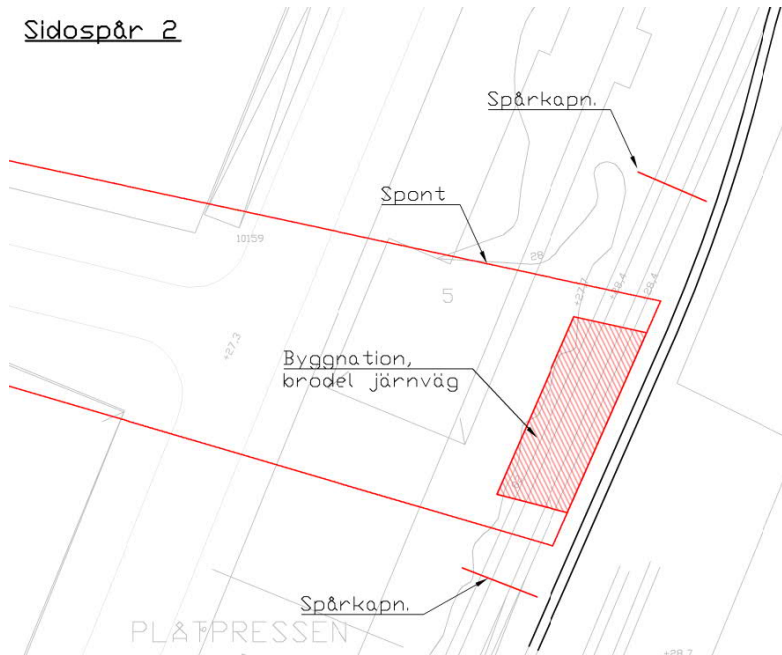


Figur 14 - Grundförstärkt förbigångsspår

## Arbeten utan tidspress

Då förbigångsspåret är trafikerat rivs delar av ordinarie Mälarbana för att ge utrymme för bron. Grundvattnet hanteras med spontgrop och jetinjektering och losshållning utförs.

Därefter kan både brokonstruktionen och tråg, väg och övrigt byggas ostört. Det enda som ej går att färdigställa är de trågdelar som eventuellt sammanfaller med de provisoriska spåren. Figur 15 visar schematisk placering av förbigångsspår i relation till arbetsyta.



Figur 15 - Sidospåret under byggtiden för bro

### Återställning, kortare avstängningar

Bedömd tid i spår: Ett antal hela nätter eller sammanhängande helger på olika spår, delvis inne på centralstationen

Bedömd tid för myndighetsprocess: 1-3 år

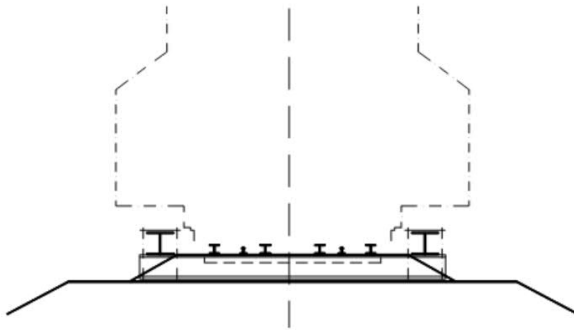
Då bron är färdigbyggd och trafiken ska läggas tillbaka på Mäljarbanan behöver BEST-anläggningen återställas och tillfälliga växlar osv tas bort eller rivs. Likt installationen av dessa så krävs många tider i spår samt en gedigen administration och myndighetsprocess. Figur 16 visar återställning av järnväg i plan.



Figur 16 - Återställning

### 3.6.3 Alternativ C - Spårbrygga

En spårbrygga är en del av en provisorisk bro som anordnas i befintligt spår med hjälp av ett system av stålbalkar. Balkar placeras längs- och i höjd med rälererna i spåret, en på var sida om respektive räl. Balkparen ansluts sedan till tvärbalkar och längsgående balkar som placeras under balkparen eller utanför fria rummet. Spårbryggans bärkraft ersätter järnvägsunder- och -överbyggnaden och således kan denna schaktas bort efter installation. Figur 17 visar spårbryggan som typlösning i tvärsnitt.



Figur 17 - schematisk illustration av spårbrygga i spår

#### Produktionsmoment

1. Grundläggning för spårbryggor (avstängt spår)
2. Anordnande och installation av spårbryggor i både spåren på Mäljarbanan (avstängt spår)
3. Schakt och losshållning under spårbryggor (delvis avstängt spår)
4. Anordnade av tät spontgrop el dyl för att hantera grundvattnet (avstängt spår)
5. Byggnation av brokonstruktion i spontgrop, under trafikerade spår
6. Brofyll samt återställning banvall upp till spårbrygga (delvis avstängt spår)
7. Demontage av spårbrygga och återställning av banöverbyggnad (avstängt spår)

#### Arbeten som sker under kortare avstängningar

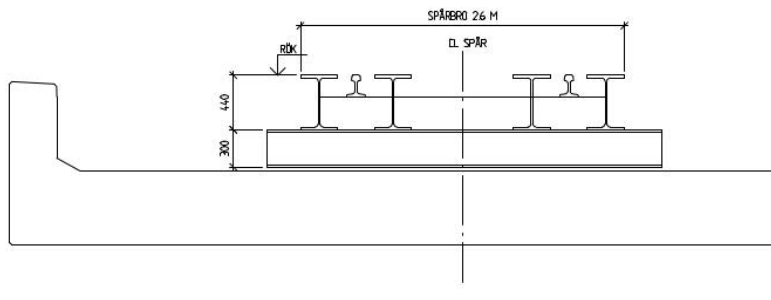
Bedömd tid i spår: Ett flertal hela nätter och minst två sammanhängande helger på Mäljarbanans dubbelspår.

Grundläggning för spårbryggans upplag är oftast stålpålar. Dessa anordnas under avstängt spår då de kan behöva placeras inom spårområdet. Installationen kan komma att påverka banans stabilitet varpå det krävs hastighetsreducerade åtgärder efter trafikpåsläpp. Detta är en signalåtgärd som fysiskt behöver monteras i signaltekniskt påverkade spår.

Spårbryggorna kan delvis prefabriceras på plats och sedan monteras i spåren exempelvis under en helgavstängning. Montaget av spårbryggor för de båda spåren kan med fördel delas upp till olika tågfria tider.

Då man monterat spårbryggorna i de bägge spåren schaktas banvallen bort. Balkarnas tvärsnitt ska vara av sådan höjd att denna inte överskrider den tjocklek ballast man ämnar fylla broträget med under spåren. På detta sätt ersätter man egentligen bara balksystemet med färdig makadambädd och underbyggnad till järnvägen. Det är denna princip som möjliggör att byggnation av brokonstruktionen kan ske i slutläge både i plan och höjd. Se Figur 18 för illustration av lösningen.





Figur 18 - Illustration av spårbrygga inom brotråg som efter demontering fylls med ballast

Losshållning av berg under spårbryggan behöver ske under en spåravstängning. Med fördel kan även jetinjektering för att tätare broläget utföras under avstängt spår, men det behöver inte vara nödvändigt.

### Arbeten utan tidspress

Byggnation av brokonstruktionen sker sedan under trafikerat spår. Arbetsmiljön för de som arbetar under spårbryggan är allt annat än idealisk.

Återfyll sker till så stor del som möjligt även detta under full trafikering av Mälärbanan.

### Återställning, kortare avstängningar

Bedömd tid i spår: Ett antal hela nätter heller sammanhängande helger på olika spår, delvis inne på centralstationen

Den övre delen ballast påförs med fördel i samma moment då spårbryggorna demonteras, under avstängt spår. Eftersom räler aldrig kapas föreligger ej behov att genomföra alla återställningsåtgärder som krävs vid kap, exempelvis svets, neutralisering, helt nya spårspann etc.

### 3.6.4 Utlåtande produktionsmetoder

Samtliga föreslagna produktionsmetoder kräver mer utredning och även mer samverkan mellan Trafikverket och Kommunen. Järnvägen är det centrala i denna uppgift och en tidig dialog och vidare utredningar kring metod, tider i spår och möjlig omledning av tågtrafik krävs för att ta projektet vidare. Trafikverket har speciella mål angående plankorsningar som syftar till att öka säkerheten kring dessa samt minska personskador och dödsfall. Med tanke på kommande bebyggelse som Örebro Kommun planerar i området bör man kunna hänvisa till säkerhets- och sociala faktorer i en dialog med myndigheten.

Oavsett anläggningsmetod kommer en tillfällig grundvattensänkning sannolikt att ske. En tät spontgrop som jetinjekteras kommer ändå att få ett visst inläckage. Detta kan komma att påverka omringliggande äldre bebyggelse då de övre lagren jord består av lera. En grundvattenutredning med modellering av omgivningspåverkan för området behöver upprättas innan val av produktionsmetod kan tas.

Arbetsmiljömässigt kommer passerande tågtrafik underbyggningen vara den största risken. Det bör ej vara något problem att få hastigheten för tågtrafiken sänkt med hänsyn till arbetsmiljön för entreprenören. Installation av den signaltekniska lösning som krävs kan projekteras ihop med övriga BEST-åtgärder.

## Lansering

Lansering av brokonstruktioner är en beprövad metod och är relativt förlåtande för både arbetsmiljön och tågtrafiken. I de bästa fall där metoden används kan avstängningen som krävs räknas i tioalet timmar samtidigt som större delen av byggningen kan ske utan större tidspress vid sidan av spåret. Det finns dock svårigheter i detta fall. Grundvattnet och berget. Arbeten kopplat till att ta hand om dessa parametrar kan inte ske utan avstängt spår och därför blir tidsvinsten något mindre. Beaktat detta går tiden för att stänga av Mäljarbanans dubbelspår gå upp från timmar till flertalet dagar eller veckor.

Arbetsordningen är relativt enkel fram till dess att man ska iordninggöra slutgiltig plats för bron och genomföra själva flytten av betongkonstruktionen. Från rivning av befintlig järnväg till och med att trafiken kan släppas på igen är det många involverade teknikslag med olika specialkompetenser som behöver samsas på samma yta. På grund av samordningen av specialiserade entreprenörskompetenser som krävs inför och under lanseringen är det troligt att en entreprenad för samtliga moment är att föredra.

## Förbigångsspår

Denna metod har flest osäkerheter kopplade till sig. Troligtvis kommer den administration, myndighetsprocess och ändring i järnvägsanläggningen som krävs vara allt för tung för att motivera den eventuella besparing som byggnation av betongkonstruktionen på plats ger. Vidare behöver dialog med Trafikverket ske kring huruvida ett eller två förbigångsspår kan krävas. Det ser vid en första anblick ut att vara relativt genomförbart att anordna för ett förbigångsspår. Två stycken skulle bli mer problematiskt platsmässigt. Då Mäljarbanan är hårt trafikerad av både person- och godstrafik kan kostnaden att endast tillåta enkelspårstrafik under de månader då bron byggs bli allt för stor.

Ett ytterligare problem är markens beskaffenhet. I området där det är aktuellt att anlägga förbigångsspår består marken av sättningskänslig lera. Dagens standarder och krav på sättningar och stabilitet gör att förstärkningsåtgärder som exempelvis KC-pelare blir nödvändigt. Sättningskänsligheten kan inte lösas genom att skifta ur leran på grund av närhet till trafikerat spår och heller inte genom lättfyllnadsmaterial då vattennivån är för nära markytan. Att det måste ske en förstärkningsåtgärd utöver att anlägga ett tillfälligt spår talar ytterligare för att metoden kan vara allt för tung relativt andra enklare metoder.

Det är många aspekter kring järnvägen som behöver planeras i detalj och utredas vidare. Fördelen som fås om man lyckas att driva igenom detta förslag är att brobygget kan pågå helt ostört, med god arbetsmiljö och man eliminerar en del riskmoment kopplat till just bron. Sannolikt minskar även kostnaden för just brokonstruktionen eftersom viss effektivitetsvinst kan realiseras.

## Spårbrygga

Spårbryggan är i sig själv en ganska enkel metod som vid en första anblick är att föredra eftersom den eliminerar behovet av en flytt av antingen tågtrafik eller brokonstruktion. Detta sparar så klart pengar och krångel med tågtrafiken. Att grundlägga för och installera spårbryggorna kan göras på tågfria nätter eller helger och sedan kan tågtrafiken i stort sätt pågå som vanligt fast med reducerad hastighet.

Det som talar emot denna metod är arbetsmiljösituationen för entreprenören. Att befinna sig under en fullt trafikerad Mälarbana under de månader som krävs för betongarbetena är allt annat än idealiskt. Det torde vara obehagligt att successivt komma närmare och närmare tågtrafiken i höjdled allteftersom bron blir färdigställd. Med hänsyn till säkerhetsavstånd till trafikerade spår är detta dock helt tillåtet. Avskärmning skall ske under spårbryggan för att förhindra kontakt med spår underifrån.

Att sänka tågens hastighet förbättrar arbetsmiljön något, men trots det är osäkert om Trafikverket som byggherre skulle uppfylla sitt arbetsmiljöansvar med detta förfarande. En variant för att förbättra situationen kan vara att endast arbeta under tågfria tider då man nått en viss närhet till spåren i höjdled. Då blir dock påverkan på tågtrafiken större.

En annan arbetsmiljöfrämjande åtgärd är att stänga av det västra spåret helt och sedan ha en spårbrygga i det östra spåret. Trafikalt kan detta göras utan att behöva installera nya växlar och bör därför vara relativt kostnadseffektivt och smidigt. Vinsten i arbetsmiljö blir att slippa bygga en av brohalvorna under trafikerat spår.

## Sammanfattning

Alla metoder har sina svårigheter men alla går att utreda vidare. Efter att mer information har insamlats kan ett beslut tas om vilken metod som har störst förtjänst.

## 4. KOMMANDE HUSBEBYGGELSE

Örebro Kommun avser styra kommande detaljplanearbete på Holmenområdet mot bostäder, kontor och service. Delar av området kan komma att bebyggas innan det att järnvägsövergången gjorts planskild. Detta medför att byggnadernas grundläggning kan behöva anpassas för den påverkan som byggnationen medför.

Kommande bebyggelse behöver också anpassas efter det arbetsområde, de etableringsytor och byggvägar som krävs för att anlägga bron, se Bilaga 6.

En annan aspekt att ta med i den tidiga planeringen är förberedande arbeten. Ledningar, både passerande stråk och för försörjning av ny byggnation, behöver flyttas och anpassas för att möjliggöra brobyggnationen, vägdragningen och föreslagen etappordning.

Som en del i en kommande dagvattenutredning bör även brodelarna beaktas. Det dagvatten som fångas upp av den nya anläggningen behöver avledas och eventuellt fördröjas innan påsläpp till ordinarie nät.

Ändrad markanvändning kan medföra andra bullerrestriktioner varpå mark kan behöva användas till bullerplank och/eller -vall.

## 5. TIDER

Anläggning av brokonstruktion föranleder att kringliggande infrastruktur i området påverkas. Kommande bebyggelse behöver försörjas med vatten, avlopp gator mm. Figur 19, som är ett urklipp ur Bilaga 6, visar på ungefärlig yta som krävs som byggnation och i vilken etapp.

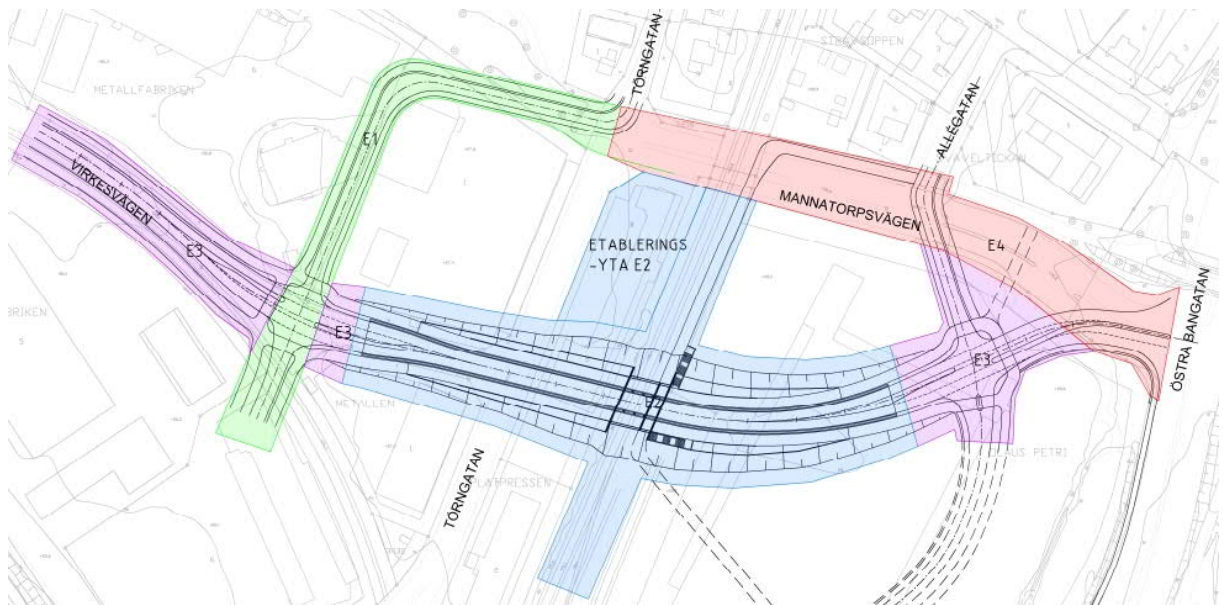
Utredning kring eventuella byggvägar är ej genomförd i detta skede.

I etapp E1 dras ny väg in på Holmenområdet och ledningsstråk som krävs för bebyggelsen och bron anläggs. Detta kan ses som förberedande arbeten och bör vara möjliga att påbörja parallellt med att bron projekteras men innan områdets byggnader är på plats.

I etapp E2 anläggs själva bron med anslutande tråg och de ingrepp som krävs i BEST-anläggningen genomförs.

E3 går ut på att ansluta färdig väg mot kommande korsningar och övrigt vägnät. Etapp E2 och E3 kan delvis drivas parallellt och i samma entreprenad.

I E4 monteras nuvarande vägskydd ned under kortare tågstopp, nätter eller helger. Anslutning av nybyggd väg färdigställs och Mannatorpsvägen stängs vid plankorsningen.



Figur 19 - Etapper

## 6. KOSTNADER

Kostnadsbedömningen återfinns i Bilaga 8.

## 7. FORTSATT ARBETE

I kommande stycken belyses frågeställningar där ytterligare utredningar behöver genomföras med avseende på Holmens ändrade markanvändning och Kommunens planarbete. Även kortare punkter som behöver beaktas framåt tas upp.



- Kommande bebyggelse i området behöver tillåtas i en sådan ordning och takt att inte byggvägar till etableringsytor, arbetsområde och hjälpanläggningar blockeras.
- Oavsett anläggningsmetod kommer en tillfällig grundvattensänkning sannolikt att ske. En tät spontgrop som jetinjekteras kommer ändå att få ett visst inläckage. Detta kan komma att påverka omkringliggande äldre bebyggelse då de övre lagren jord består av lera. En grundvattenutredning med modellering av omgivningspåverkan för området behöver upprättas innan val av produktionsmetod kan tas.
- Ny bebyggelse bör med hänsyn till sannolik tillfällig grundvattensänkning grundläggas på pålar.
- Omdragning av ledningar. Både till närliggande befintlig och kommande byggnation; samt stråk som passerar behöver flyttas. Omfattningen behöver klarläggas och tidpunkt fastställas.
- Omhändertagande av dagvatten
- Bulleråtgärder. Ändrad markanvändning kan medföra andra bullerrestriktioner varpå mark kan behöva användas till bullerplank och/eller -vall.
- Avstängsling. Plats krävs för stängsel eller plank mot järnväg.
- Dialog med Trafikverket. Under byggtiden kommer trafikeringen på järnväg att påverkas. Detta behöver planeras för i tid för minimal störning.

## 8. BILAGOR

Bilaga 1 – Befintliga ledningar i plan

Bilaga 2 – MUR Geoteknik 2020-02-25

Bilaga 3 – Skisser väg

Bilaga 4 – Skisser bro

Bilaga 5 – Produktionsmetoder – skisser

Bilaga 6 - Etappindelning

Bilaga 7 - Dagvatten

Bilaga 8 - Kostnadskalkyl